



**Faculdade da Amazônia**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**FERNANDO DE LIMA**

**ANALISES DE SEMENTES DE SOJA ATRAVÉS DO TESTE DE  
TETRAZÓLIO, UM ESTUDO DE CASO NA FAZENDA MIRAGE II**

**VILHENA  
2020**

**FERNANDO DE LIMA**

**ANALISES DE SEMENTES DE SOJA ATRAVÉS DO TESTE DE  
TETRAZÓLIO, UM ESTUDO DE CASO NA FAZENDA MIRAGE II**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia da Faculdade da Amazônia (FAMA), como requisito parcial para obtenção do Título em Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profª Edilene Pereira Ferreira

**VILHENA  
2020**

## **Dedicatória**

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de diversas pessoas. Gostaria, por este fato, de expressar toda a minha gratidão e apreço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta tarefa se tornasse uma realidade. A todos quero manifestar os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por tudo que ele me concedeu em todos esses anos, por ter me proporcionado paciência e plenitude.

A minha esposa Ângela Lopes de Mattos Lima, por ter contribuído aos longos dos anos palavras de incentivos e forças principalmente naqueles momentos de desânimos onde ela sempre se fez presente.

Agradeço a minha orientadora Edilene Pereira Ferreira que me ajudou bastante, não só no meu relatório final, como em toda a minha graduação, sempre atenciosa e paciente.

## **Agradecimentos**

O momento de escrever um trabalho como este é de suma importância, pois nos faz refletir sobre nosso passado, presente e futuro, trazendo a nossa frente um confronto entre os conhecimentos adquiridos na universidade e no ambiente de trabalho. Isso pode ser chamado de responsabilidade. A responsabilidade que bate a nossa porta, mostrando que já não somos mais um acadêmico, mas sim um profissional e que o peso da responsabilidade cai sobre nós, mas ao mesmo tempo trazendo uma satisfação jamais sentida. A satisfação de que vencemos um desafio, que chamo como o nosso primeiro degrau de uma escada composta de muitos deles, nos quais barreiras terão que ser enfrentadas e que com garra venceremos assim como vencemos o primeiro degrau de nossa escada. A toda esta satisfação, agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida, aos meus pais e à minha esposa por sempre estarem ao meu lado dizendo que sim, você pode. E a minha orientadora por toda a força para a pesquisa de um caso real, dando a harmonia perfeita de união entre a teoria e a prática profissional à pesquisa realizada.

*“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”*

*(Theodore Roosevelt)*

## **RESUMO**

O teste de tetrazólio, além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece o diagnóstico das causas pela redução de qualidade, como danos mecânicos, deterioração por umidade e danos de percevejos, que são os principais problemas que afetam a qualidade fisiológicas da semente de soja. Porém, além desses, os danos de secagem, de estresse hídrico e de geada podem também ser facilmente identificados pelo teste. Aliás, o fornecimento desses diagnósticos tem sido o grande responsável pelo elevado índice de adoção do teste no Brasil, pois, além de apontar os problemas de redução de qualidade de semente, o mesmo, quando aplicado nas diferentes etapas do sistema de produção, pode identificar os pontos de origem desses problemas, permitindo que as ações corretivas sejam adotadas, resultando na produção de sementes de alta qualidade. Num sistema produtivo, é comum o descarte de lotes de sementes que não se enquadram dentro dos padrões mínimos de germinação para fins de comércio, especialmente próximo à época de semeadura. Assim, é de fundamental importância uma tecnologia capaz de possibilitar a avaliação rápida e precisa da germinação e do vigor, viabilizando a eliminação de lotes de sementes de baixa qualidade. Testes precisos e de execução rápida contribuem para diminuir custos, prevenir prejuízos e para melhor aproveitamento da mão-de-obra envolvida no trabalho de controle de qualidade.

Palavras-chave: Teste de tetrazólio. Armazenagem. Semente de Soja

## **ABSTRACT**

The tetrazolium test, in addition to assessing the viability and vigor of seed lots, provides a diagnosis of the causes for quality reduction, such as mechanical damage, moisture deterioration and bed bug damage, which are the main problems that affect physiological quality of soybean seed. However, in addition to these, damage from drying, water stress and frost can also be easily identified by the test. In fact, the provision of these diagnoses has been largely responsible for the high rate of adoption of the test in Brazil, because, in addition to pointing out the problems of reducing seed quality, the same, when applied in the different stages of the production system, can identify the points of origin of these problems, allowing corrective actions to be taken, resulting in the production of high quality seeds. In a productive system, it is common to dispose of seed lots that do not meet the minimum germination standards for commercial purposes, especially around the time of sowing. Thus, a technology capable of enabling the quick and accurate assessment of germination and vigor is of fundamental importance, enabling the elimination of low quality seed lots. Accurate and fast-running tests contribute to lower costs, prevent losses and better use of the workforce involved in quality control work.

Keywords: Tetrazolium test. Storage. Soybean Seed

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Semente enrugada devido à deterioração por umidade. Neto, Krzvwzowski e Costa 2000.....	15
<b>Figura 2:</b> Deterioração causada por picadas de percevejos em sementes de soja, com reação de coloração obtida em teste de tetrazólio. Neto, Krzyzanowski e Costa 2000.....	15
<b>Figura 3:</b> Etapas no processamento de beneficiamento e Armazenagem de semente de soja na Fazenda Mirage II .....	29
<b>Figura 4 :</b> Equipamentos e Materiais para a realização do teste de tetrazólio de semente de soja na Fazenda Mirage II.....	31
<b>Figura 5:</b> Etapas de Separação dos lotes de sementes, análises e leituras das amostras. ....	32
<b>Figura 06:</b> Semente após desenvolvimento da coloração de tetrazólio .....	324
<b>Figura 07:</b> Semente de Soja dos lotes a) Desafio, coletada na peneira 65; b) TMG-2381, coletada na peneira 65; c) TMG-2385, coletada na peneira 65 e d) Maracaí, coletada na peneira 65 previamente seccionadas longitudinalmente, através do centro do eixo embrionário para Análise dos danos no teste de tetrazólio. ....	35



## **LISTRAS DE QUADROS**

<b>Tabela 1:</b> Média de plântulas normais (PN%), plântulas anormais (PA%), sementes com radícula desenvolvida (RD %), sementes duras (SD %) e sementes mortas (SM %) de <i>Calophyllum brasiliense</i> . .....	23
<b>Tabela 2.</b> Porcentagens médias dos resultados obtidos no teste de tetrazólio para avaliação do vigor e do teste de germinação para análise do percentual de germinação de quatro lotes de sementes de soja (Safrá 2019/2020) na Fazenda Mirage.....	38
<b>Tabela 3:</b> Resultados dos danos nas sementes de soja feita através do teste de tetrazólio onde identificou os danos por umidade, percevejos e mecânicos. ....	40

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
2.1 Importância econômica da soja .....	13
2.2 A Alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.....	14
2.3 Fatores que afetam a qualidade fisiológica .....	14
2.4 Semente de Soja .....	16
2.5 Teste de Tetrazólio.....	17
2.5.1 Tetrazolio na Semente de Soja .....	20
2.6 Sementes Viáveis .....	20
2.7 Sementes Não Viáveis .....	20
2.8 Fatores que Afetam a Qualidade da Semente de Soja .....	21
2.9 Planos de Amostragem .....	22
2.10 Testes de Germinação.....	23
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
3.1 Localização.....	25
3.2 Etapas realizadas na Unidade de Beneficiamento de Sementes – UBS .....	25
3.3 Laboratório .....	27
3.4 Materiais e Equipamentos .....	28
3.5 Preparo da solução .....	28
3.6 Condução do teste de germinação.....	28
3.6.1 Pré-condicionamento e condicionamento para Solução Tetrazólio.....	28
3.6.2 Obtenção das amostras analisadas .....	30
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÕES</b> .....	32
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
<b>ANEXO A: FICHA DE AVALIAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO</b> .....	44

## INTRODUÇÃO

A soja recebe o papel de uma das principais culturas para o Brasil, tanto na área alimentícias como no mercado econômico, para o cultivo satisfatório e uma ótima produção da cultura, a qualidade da semente de soja é fundamental.

Segundo França (1984) o conhecimento da qualidade de um lote de sementes depende necessariamente da disponibilidade de metodologias precisas e necessárias, que levem em consideração a obtenção de resultados confiáveis, onde principalmente é avaliado a viabilidade da germinação da semente através do teste de tetrazólio.

Cardoso (2017) descreve que a obtenção de amostras representativas do lote, com possível redução dos custos, sempre foi objetivo do processo<sup>1</sup> de amostragem. Uma das formas de reduzir estes custos é substituir amostragem clássica com tamanhos fixos de sementes avaliadas por um processo que possibilite o emprego de amostras. Nesse aspecto, se destaca os testes de tetrazólio que possibilita que as sementes sejam prontamente avaliadas para um beneficiamento e armazenamento desses grãos.

A qualidade das sementes é garantida através da produção planejada e da realização de testes de germinação, vigor, pureza física e sanitária exigidas por normas de produção e comercialização estabelecidas (Costa, 2001). Segundo a EMBRAPA (2002) o processo de produção de sementes exige tecnologias que abrange a seleção da área, uso de variedades recomendadas, sementeira em épocas estabelecidas, acompanhamento do desenvolvimento vegetativo, tratamentos culturais, tratamentos fitossanitários, determinação do momento ideal de colheita, regulagem e limpeza de maquinários, colhedoras e caminhões de transporte que são rigorosamente seguidas na produção de semente de soja

Segundo Amaral (1999), A qualidade das sementes de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer no campo, antes e durante a colheita e também em todas as etapas de produção.

A qualidade das sementes produzidas está entre as principais exigências, pois nelas se encontram todos os genes caracterizam a espécie e a cultivar. Para se obter sementes de alta qualidade é necessário que produção de soja seja rigorosamente acompanhada desde o plantio até a época da colheita onde os lotes de sementes serão colhidos e beneficiados.

Assim, é de fundamental importância uma tecnologia capaz de possibilitar a avaliação rápida e precisa da germinação e do vigor, viabilizando a eliminação de lotes de sementes de

---

<sup>1</sup> Consiste em buscar repetir a proporção de elementos de cada estrato da população, na amostragem por cotas os elementos da amostra não são selecionados através de sorteio.

baixa qualidade. Sendo assim, a avaliação da qualidade fisiológica de um lote de sementes, através do emprego de testes rápidos torna-se uma ferramenta imprescindível, pois agiliza as decisões quanto ao manejo (Vieira et al., 1994). Dentre esses, o teste de tetrazólio tem sido considerado como uma alternativa promissora, devido à rapidez e à eficiência na caracterização da viabilidade da semente.

Diante do exposto, o objetivo geral desse estudo foi avaliar a qualidade da semente de soja através do teste de tetrazólio por meio do teste do vigor e germinação.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Importância econômica da soja**

A Introdução da soja no Brasil, deu-se no estado da Bahia em 1882, onde os primeiros materiais genéticos foram introduzidos e testados.

Na Concepção de Cruz (2013) o material foi trazido dos Estados Unidos da América, porém, não era adaptado para as condições de baixa latitude daquele estado e não teve êxito na região.

Moore (1960) o grão começa a ser mais facilmente encontrado no País a partir da intensificação da migração japonesa, nos anos 1908. Em 1914, é oficialmente introduzida no Rio Grande do Sul – estado que apresenta condições climáticas similares às das regiões produtoras nos Estados Unidos (origem dos primeiros cultivares, até 1975).

Costa (1998) a expansão da soja no Brasil começa mesmo nos anos 1970, quando a indústria de óleo começa a ser ampliada. O aumento da demanda internacional pelo grão é outro fator que contribui para o início dos trabalhos comerciais e em grande escala da sojicultura.

A soja desempenhou importante papel na expansão da fronteira agrícola do Brasil, por levar as tecnologias de produção a essas novas áreas.

Segundo Mendonça (2006) devido a sua rusticidade, a soja desenvolve-se em condições desfavoráveis comparativamente às demais culturas, e oferece, após a colheita, matéria orgânica de alta qualidade, viabilizando técnica e economicamente culturas como a soja.

Silva (2011) o crescimento que o mercado da soja vem apresentando, gera aumento de empregos formais e indica a presença de atividades empresariais relacionadas ao setor produtivo, pois sinaliza um maior número de oportunidades criadas no mercado de trabalho em função do ciclo de expansão econômica do período, e maior grau de formalização da atividade produtiva.

Neto (2006) o aumento da produtividade está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores. O grão é componente essencial a fabricação de rações animais e com uso crescente na alimentação humana encontra-se em franco crescimento

## **2.2 A Alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**

Segundo Krzyzanowski (2004) a semente não é um grão que germina. Ela possui atributos de qualidades genéticas, física, fisiológica e sanitária que um grão não tem, e que lhe confere a garantia de elevado desempenho agrônômico, que é a base fundamental do sucesso da lavoura.

Na opinião de Neto (2004) a semente de soja, para ser considerada de alta qualidade deve ter altas taxas de vigor, germinação e sanidade, bem como garantias de purezas físicas e varietal e não conter sementes de plantas daninhas.

Henning (2004) a alta pureza é importante para que a cultivar possa expressar em sua plenitude todos os seus atributos de qualidade agrônômica, tais como ciclo, produtividade, resistência a enfermidades, tipos de grão, qualidade organoléptica<sup>2</sup>.

Krzyzanowski (2004) sendo assim, esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, resultando no estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental, que contribui para que sejam alcançados altos níveis de produtividade.

## **2.3 Fatores que afetam a qualidade fisiológica**

Segundo França (2016) o dano por umidade é oriundo das oscilações do grau de umidade das sementes decorrentes de chuvas, neblina e orvalho, principalmente quando associadas com temperaturas elevadas, provocando rugas características no tegumento (casca) na região oposta ao hilo.

---

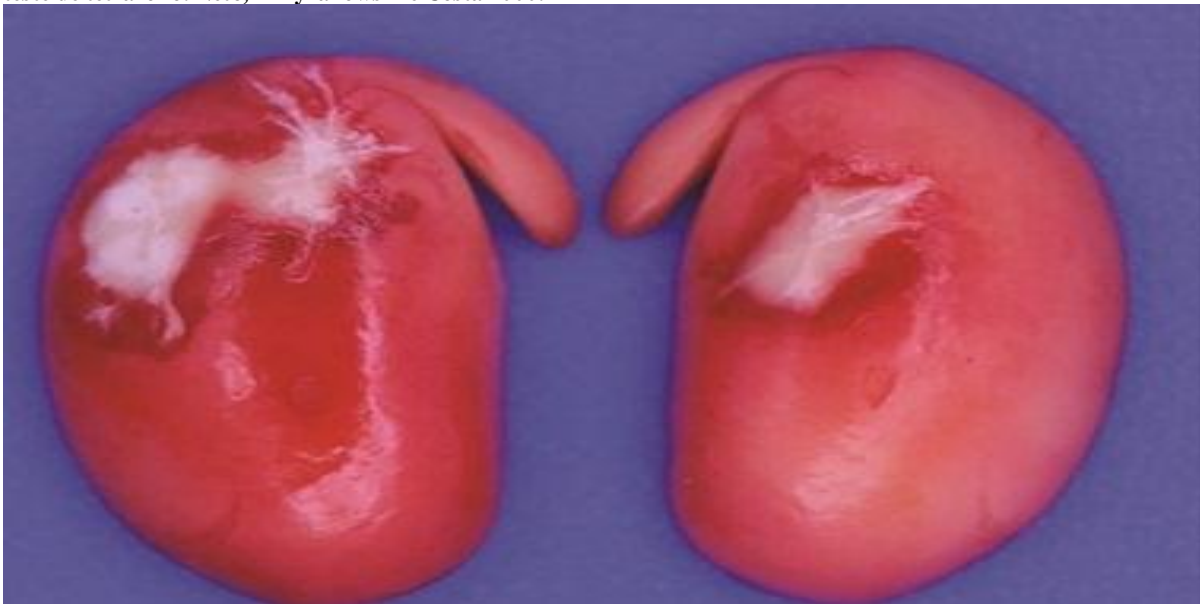
<sup>2</sup> Chamam-se propriedades organolépticas às características dos materiais que podem ser percebidas pelo sentido humano, como a cor, o brilho, a luz, o odor, a textura, o som e o sabor.

De acordo com Henning (2004) esse enrugamento (Figura 1) é decorrente de sucessivos ciclos de hidratação (expansão do volume da semente) e desidratação (contração) do tegumento e dos cotilédones em proporções diferentes.

**Figura 1: Semente enrugada devido à deterioração por umidade. Neto, Krzvanowski e Costa 2000**



**Figura 2: Deterioração causada por picadas de percevejos em sementes de soja, com reação de coloração obtida em teste de tetrazólio. Neto, Krzyzanowski e Costa 2000.**



Na visão de Lakon (2016) a integridade física da semente de soja é fundamental para o seu pleno desempenho no campo, quanto à germinação e à emergência de plântula.

Sementes sem danos mecânicos constituem num pré-requisito de qualidade muito importante para propiciar o número de plantas no campo, requerido para se atingir níveis elevados de produtividade.

Yaklich (1983) há três tipos de danos mecânicos que são facilmente identificados pelo teste de tetrazólio: rachaduras, amassamentos e abrasões. O último é identificado pela presença de lesões de coloração vermelha escura, caso tenham ocorrido recentemente (Figura 2), ou por lesões brancas com tecidos flácidos, se não recentes

Neto (1981) o dano mecânico é apontado como um dos mais sérios problemas da produção de sementes, sendo consequência da mecanização das atividades agrícolas.

Na máquina colhedora, o dano mecânico ocorre no momento da debulha, processo de separação das sementes de vagem e da palha, através de forças consideráveis que são aplicadas sobre a semente.

Carvalho (2000) o dano ocorre em consequência dos impactos recebidos pela semente pelo cilindro debulhador. Durante a debulha, a semente se comporta como um corpo estático contra um corpo metálico em movimento, barras do cilindro debulhador.

Na concepção de Neto (2001), as sementes colhidas com grau de umidade a 12% estão vulneráveis ao dano mecânico imediato, quebra visível, e quando com grau de umidade acima de 15% estão sujeitas a danos mecânicos latentes, ou seja, não perceptíveis.

Os danos mecânicos imediatos apresentam tegumentos quebrados e cotilédones separados ou danificados perceptíveis a olho nu, enquanto nos latentes os danos são microscópicos, com injúrias internas no embrião, reduzindo vigor, potencial de armazenamento, desempenho da semente no campo e, mesmo que não imediatamente, a germinação também é afetada (Fessel, 2003).

## **2.4 Semente de Soja**

Uma das principais prioridades para o sucesso da cultura da soja é a produção de sementes de alta qualidade. Porém, devido à grande sensibilidade das sementes de soja aos agentes mecânicos, patogênicos e às condições climáticas; a produção de sementes de qualidade é uma tarefa complexa (Marcos, 1999).

A qualidade das sementes produzidas está entre as principais exigências, pois nelas se encontram todos os genes que caracterizam a espécie e a cultivar.

Para se obter sementes de qualidade, a produção deve ser realizada com controle rigoroso sobre todos os fatores que possam reduzir a qualidade. Este controle se estende até a



comercialização, de forma a garantir a qualidade genética, fisiológica, sanitária e a pureza física (França, 1998).

De acordo com PANOFF (2013) num sistema produtivo, é comum o descarte de lotes de sementes que não se enquadram dentro dos padrões mínimos de germinação para fins de comércio, especialmente próximo à época de semeadura.

Assim, é de fundamental importância uma tecnologia capaz de possibilitar a avaliação rápida e precisa da germinação e do vigor, viabilizando a eliminação de lotes de sementes de baixa qualidade.

Deminicis (2009) a germinação das sementes é considerada por muitos profissionais como o mais importante atributo de qualidade, pois é o indicativo do estabelecimento das plantas no campo, e quanto maior o seu percentual melhor será o estabelecimento em termos de uniformidade e distribuição das plantas.

## **2.5 Teste de Tetrazólio**

Segundo Cunha (2009) a utilização de testes rápidos para avaliar a qualidade das sementes é importante, principalmente, para agilizar decisões quanto ao manejo de lotes durante as etapas de pós-colheita das sementes.

O teste de tetrazólio tem se destacado dentre os diversos métodos de controle de qualidade adotados pela indústria de sementes no Brasil. Isso se deve à sua rapidez, precisão e também pelo grande número de informações fornecidas pelo mesmo. Sua utilização tem propiciado a comercialização dos lotes que efetivamente apresentam bons padrões de qualidade (Costa et al., 2008).

Neto (1999) o teste de tetrazólio consiste em um método rápido para avaliar a viabilidade e o vigor de sementes, baseando-se na atividade de enzimas do grupo das desidrogenases, presentes nos tecidos vivos.

Neste teste, as sementes permanecem em contato com uma solução incolor de cloreto de tetrazólio (2,5,5 trifenil cloreto de tetrazólio), que é absorvida pelos tecidos das sementes. Nos tecidos vivos que apresentam atividades respiratória e metabólica normais.

Castro (2004) o teste de tetrazólio baseia-se principalmente na distribuição dos tecidos vivos com coloração de rosa claro a vermelho; dos tecidos mortos descoloridos ou acinzentados, entre os vários órgãos do embrião.

Londrina (1998) por isso, para avaliação do teste é necessário conhecer com segurança a estrutura das sementes e das plântulas. Se a importância e a função de cada órgão não forem conhecida, as reações coloridas não terão sentido.

No processo de avaliação das sementes ao longo da condução do teste, os embriões são cuidadosamente extraídos da parte remanescente do endosperma, com o auxílio de bisturi e estilete, e colocados sobre papel filtro umedecido.

A interpretação do teste deve ser realizada com o auxílio de microscópio estereoscópio. Diferenças na coloração dos tecidos podem não significar variações na viabilidade e, sim, alterações na permeabilidade.

Henning (1980) Sementes deterioradas, geralmente, colorem-se mais rápida e profundamente de vermelho-grená.

Contudo, as sementes vigorosas colorem-se vagarosamente, em tom rosa claro, brilhante e superficial, independentemente do período de permanência no tetrazólio, demonstrando dificuldade de penetração do sal nos tecidos com células portadoras de membranas celulares pouco deteriorados.

O analista deve conhecer essas diferenças de coloração porque, também, podem indicar tempo insuficiente de contato com o tetrazólio ou concentração inadequada da solução.

Recomenda-se utilizar solução na concentração de 0,075%, pois a mesma permite uma coloração adequada das sementes, permitindo a visualização com maior precisão de danos mecânicos recentes, causados por abrasão, que normalmente não seriam detectados com o uso de solução mais concentradas (0,5 a 1,0%), conforme sugerido na literatura internacional (AOSA, 1983; Delouche et al, 1962; Grabe, 1970; Moore, 1985). Além disso, a utilização de solução nessa concentração é mais econômica: com um vidro de 10 g de TCT pode-se testar a viabilidade de até 200 lotes de sementes, utilizando a solução a 0,075% (NETO, 1998, p. 14).

Na visão de Moore (1998) a observação de tais diferenças de cor, juntamente com o conhecimento de diversas características das sementes, permite a determinação da presença, da localização e da natureza dos distúrbios que podem acometer nos tecidos embrionários.

Além da coloração são observadas ao longo do teste a turgescência dos tecidos, a ausência de fraturas em regiões vitais da semente e a sua formação morfológica (Colocar referência).

Segundo Costa (2000) outro ponto importante é o grau de umidade e índice de danos mecânicos podem ser realizadas em apenas alguns minutos, suprindo, parcialmente, tais exigências.

Além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, o teste de tetrazólio fornece o diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução de sua qualidade: danos mecânicos, deterioração por umidade e danos de pervejo, que são os problemas que mais comumente afetam a qualidade fisiológica da semente de soja. Além desses, os danos de secagem, de estresse hídrico e de geada podem também ser facilmente visualizados pelo teste (França et al., 1998).

O fornecimento desse diagnóstico tem sido o grande responsável pelo elevado índice de adoção do teste, pois, além de apontar os problemas de redução de qualidade das sementes, o teste, quando aplicado nas diversas etapas do sistema de produção, pode identificar os pontos de origem desses problemas, permitindo que ações corretivas sejam adotadas (COSTA et al., 2008).

Neto (2006) os testes que demandam períodos de tempo curto fundamentam-se nos eventos iniciais da deterioração, baseando-se nas integridades das membranas celulares e na redução das atividades enzimáticas e respiratórias das sementes como o teste de tetrazólio.

Segundo MOORE (1973) o teste de tetrazólio atua da seguinte maneira: a semente de soja é imersa na solução incolor de TCT, esta é difundida através dos tecidos, ocorrendo nas células vivas a reação de redução que resulta na formação de um composto vermelho, estável e não-difusível, conhecido por trifênilformazan.

Conforme mencionado, há três objetivos básicos na avaliação das sementes: determinar o potencial de germinação de um lote de sementes sob as condições mais ideais possíveis; categorizar as sementes em diferentes classes de viabilidade; e diagnosticar as possíveis causas que resultam na perda de viabilidade das sementes.

Segundo NETO (1984) os dois primeiros objetivos podem ser alcançados pela interpretação de quatro características básicas: condição e cor dos tecidos após a coloração, pela localização e pelo tamanho das lesões.

A habilidade do analista de sementes em reconhecer os sintomas típicos dos diferentes tipos de danos que podem ocorrer nas sementes é imperativo para a obtenção do diagnóstico correto das causas de perda de viabilidade.

Na visão DELOUCHE (1962) o teste requer que o analista de sementes seja bem treinado nas técnicas do teste. É essencial o conhecimento das estruturas anatômicas da

semente para que, com experiência e julgamento crítico, possa visualizar os tipos de anormalidades de plântulas que são revelados pelo teste de tetrazólio.

O sucesso do desenvolvimento do teste de tetrazólio é resultado da conquista de várias etapas na história da pesquisa em sementes e da obtenção de novos conhecimentos sobre a vida da semente. "O desenvolvimento de testes rápidos, visando a determinação da qualidade fisiológica das sementes, tem sido um dos principais objetivos dos tecnólogos de semente há vários anos, principalmente a partir do final do século passado, quando o sistema de produção de semente começou a ser organizado em diversos países (MOORE, 1985).

### **2.5.1 Tetrazolio na Semente de Soja**

O teste de tetrazólio fundamenta-se na atividade das enzimas desidrogenases que catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias, durante a glicólise e o ciclo de Krebs. Essas enzimas, especialmente a desidrogenase do ácido málico, reduzem o sal de tetrazólio (cloreto 2,3,5-trifeniltetrazólio ou TCT) nos tecidos vivos.

França et al., (1988) quando a semente de soja é colocada na solução incolor de TCT, esta é difundida pelos tecidos, ocasionando a reação de redução que em tecidos vivos resulta na formação de um composto vermelho, estável e não difusível, conhecido por trifenilformazan. Isso aponta a atividade respiratória das mitocôndrias, definindo que há viabilidade celular e do tecido.

Cicero (1987) deste modo, a coloração derivada da reação é um indicativo positivo da viabilidade da 10 respiração a nível celular. Tecidos viáveis não reagem e, portanto, não são coloridos, uma das principais características do teste de tetrazólio é a oportunidade de identificar problemas decorrentes com as sementes.

### **2.6 Sementes Viáveis**

França (1986) resume da seguinte forma "Sementes viáveis são aquelas capazes de produzir plântulas normais em um teste de germinação sob condições favoráveis, depois de superar a dormência, ou após a desinfecção das mesmas quando necessária.

### **2.7 Sementes Não Viáveis**

Henning (1980) As sementes não viáveis são aquelas que não apresentam colorações bem caracterizadas ou definidas, e ainda com estruturas essenciais flácidas ou não coloridas.

Sementes com desenvolvimento anormal do embrião ou de outra estrutura essencial devem ser consideradas como não viável, independentemente se coloridas ou não.

De acordo França (1985) a maioria das sementes contem tecidos essenciais e não essenciais. São considerados como tecidos essenciais ou meristemas e as estruturas reconhecidas como necessária ao desenvolvimento normal da plântula.

Embriões bem desenvolvidos e diferenciados podem ter a habilidade de superar pequenas necroses. Neste caso, as necroses superficiais de pequena extensão podem ser toleradas, mesmo quando localizadas dentro dos tecidos essenciais.

## **2.8 Fatores que Afetam a Qualidade da Semente de Soja**

Segundo MOORE (1960) os fatores que afetam a qualidade da semente de soja são vários. Dentre esses principais fatores estão: danos mecânicos, deterioração por umidade, danos causados por percevejos, danos por seca e altas temperaturas, danos de secagem e danos de geadas. Cada tipo de dano está associado com lesões características, são elas:

**Danos mecânicos:** Há três tipos de danos mecânicos que são facilmente identificados pelo teste de tetrazólio: rachaduras, amassamentos e abrasões, que são resultados de impactos físicos durante as operações de colheita, trilha, secagem, beneficiamento, transporte e semeadura das sementes de soja.

**Deterioração por umidade:** Resultado da exposição das sementes de soja a ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final de maturação, antes da colheita.

**Danos de percevejo:** Dentre as diversas espécies desse inseto, o percevejo verde *Nezara viridula* (L.) tem ocorrência generalizada na maioria das regiões produtoras de soja.

**Danos por seca e altas temperaturas:** Podem ser observados em sementes de algumas cultivares de soja, quando altas temperaturas (acima de 30°C), associadas com períodos de baixa disponibilidade hídrica (seca), ocorrem durante a fase de enchimento de grãos (PEREIRA, 1976).

Silva (1998) Mais de um desses tipos de danos podem ocorrer em uma única semente. Outros tipos de danos podem também ocorrer devido ao envelhecimento da semente ou à ocorrência de condições impróprias durante o armazenamento.

Para Costa (2008) o teste, além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece o diagnóstico completo das causas de redução da qualidade, como danos

mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejos, que são os principais problemas que afetam a qualidade fisiológica da semente de soja.

Alguns cuidados são importantes ao realizar o teste de tetrazólio na semente de soja, visto que, com o teste de tetrazólio, os sintomas iniciais de deterioração por armazenamento inadequado podem ser confundidos com sinais de deterioração por umidade (França,1986). Nesse aspecto, a capacitação do técnico responsável pela análise é importante na correta identificação destes efeitos.

## **2.9 Planos de Amostragem**

Segundo Lakon (1940) o objetivo da amostragem é obter uma amostra de tamanho adequado para os testes, na qual estejam presentes os mesmos componentes do lote de sementes e em proporções semelhantes.

Na visão de França (1985), a quantidade de sementes analisadas é, em geral, muito pequena em relação ao tamanho do lote que representa. Para se obter resultados uniformes e precisos em análise de sementes, é essencial que as amostras sejam tomadas com todo cuidado.

Por mais criterioso que seja o procedimento técnico empregado na análise, os resultados não podem indicar senão a qualidade das sementes contidas na amostra submetida a exame, conseqüentemente, todos os esforços devem ser feitos para assegurar que a amostra enviada para análise represente, corretamente, a composição do lote em questão.

Brasil (2009) define que mesmo modo, ao reduzir essa amostra no laboratório, toda a precaução deve ser tomada pelo analista a fim de que as amostras a serem usadas nas diversas determinações, sejam por sua vez representativas da amostra remetida ao laboratório de análise de sementes.

Todos os componentes do lote devem estar na amostra na mesma proporção e distribuição em que estão no lote.

Segundo Grabe (1970) para que isso seja possível é necessário o estabelecimento de procedimentos técnicos baseados em pré-requisitos, como por exemplo: o lote deve ser definido e identificado; o lote não pode ser alterado depois de constituído; deve ter tamanho máximo regulamentado; deve ser homogêneo, ou seja, o conteúdo de cada recipiente ou parte do lote deve ser semelhante em seus constituintes e outros.

Toledo (1977) analisa quanto a obtenção de sementes a serem analisadas, estas são obtidas do componente "sementes puras" da análise de pureza, da mesma forma adotada na obtenção da amostra de trabalho para o teste de germinação.

Moore (1976) nas análises oficiais são testadas 200 sementes (duas submostras de 100 ou quatro de 50); para testes não oficiais, as amostras podem ser menores, geralmente duas repetições de 50 sementes, em virtude da uniformidade das condições ambientais proporcionadas pelo teste e da reduzida possibilidade de aparecimento das infecções, que normalmente ocorrem no teste de germinação.

## 2.10 Testes de Germinação

Delouche (1962) define que os testes de germinação podem ser utilizados para comparar a qualidade fisiológica de lotes, determinar a taxa de semeadura e ainda, servir como parâmetros de comercialização de sementes.

Segundo Free (2010) foram elaborados teste de geminação em sementes florestais no quais foram obtidos resultados de acordo com o estudo, sendo assim o percentual de germinação utilizando lotes de sementes com tegumentos e sem tegumentos estão na tabela abaixo:

**Tabela 1:** Média de plântulas normais (PN%), plântulas anormais (PA%), sementes com radícula desenvolvida (RD %), sementes duras (SD %) e sementes mortas (SM %) de *Calophyllum brasiliense*.

Amostra	Teste de Germinação				
	PN%	PA%	RD%	SD%	SM %
Com Tegumento	45a	0. a	13 a	30. a	11. a
Sem Tegumento	30b	0. a	12. a	50. b	8. a
C.V.%	18,44	0	27,32	12,90	31,05

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.*

Quanto à análise de porcentagem de plântulas normais germinadas ocorreram diferenças significativas entre as amostras de sementes submetido ao tratamento com tegumento, em relação ao tratamento sem tegumento.

Sendo assim, a amostra de sementes submetidas ao tratamento com tegumentos apresentou melhor resultado de germinação, portanto, é o mais indicado para a germinação de sementes de *Callophylhum brasiliense*.

Segundo Fré (2010) o resultado do coeficiente de variação que estima a confiabilidade do experimento para a análise de porcentagem de plântulas normais foi de 18,44%. Valor este que pode ser considerado adequado por ser tratar de uma espécie ainda pouco estudada em relação a testes de germinação.

Na visão de Nascimento (1996) em relação à análise de sementes duras, no tratamento com tegumento obteve-se uma porcentagem menor de sementes duras em relação ao tratamento sem tegumento, ocorrendo também diferenças significativas e com um coeficiente de variação de 12,90% que também pode ser considerado adequado.

Sendo assim Nunes (2006), se estas sementes conseguissem germinar e fossem classificadas como normais ter-se-ia um aumento do número de sementes germinadas, superando até as porcentagens de germinação encontradas.

Silveira (2001) para fins comerciais, a adoção de um procedimento padrão do teste de germinação na instalação, condução e avaliação permite a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios de empresas fornecedoras e compradoras de sementes.



### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização**

A pesquisa foi desenvolvida na Sementeira da Fazenda Mirage, localizada na estrada rural, SN – Rod MT 235, Km 80 em Sapezal – MT. Como localização geográfica: Latitude 13° 36'02,8' e Longitude 58° 31'19,4'.

A Fazenda Mirage tem uma área no total de 4.000 hectares para plantio. A média de produção nas últimas safras foi de 65 sacas por hectares, sendo assim uma produção de mais ou menos 8.000 sacas de sementes de soja para produção interna, ou seja, a empresa não comercializa essas sementes visto que a mesma não tem autorização. Essa produção de semente se baseia exatamente em uma escala para suprir suas necessidades de produção.

O Trabalho foi realizado especificamente na Unidade de Beneficiamento de sementes (UBS) da Fazenda. Foram utilizadas sementes de soja da própria fazenda na Safra 2019/2020.

Para validação de procedimento proposto neste trabalho, foi acompanhada a análise tradicional do teste.

#### **3.2 Etapas realizadas na Unidade de Beneficiamento de Sementes – UBS**

Após a colheita das sementes no campo, a soja é transportada em carretas até a recepção, onde é feito o registro da carga que chegou. Nesse registro é feita a identificação, talhão, umidade das amostras. Posteriormente, são realizadas as coletadas no qual as amostras são despejadas em um balde e levadas para serem colocadas em quarteador, que tem a função de homogeneizar a amostra.

Após esse procedimento é retirada uma amostra com 1 kg. Antes da amostra ser levada para o laboratório, também é realizada a análise de pureza e verificado o teor de umidade da mesma.

No laboratório a amostra é recepcionada realizando o registro da carga no sistema e num prazo de 10 minutos é realizado a análise visual para avaliação do teor de umidade, odor, percentual de ataque de percevejo, estrias no eixo, dano mecânico, mancha púrpura, semente esverdeada e rasgo.

Neto (2006) Deste modo, baseado no resultado dessas avaliações preliminares a carga é aceita para sementes ou descartada para grãos.

Moore (1966) destaca que outro ponto importante de se destacar é a análise do teor de umidade. Onde determina se essa umidade da semente está nos percentuais permitido para que a mesma seja beneficiada, ou seja, sementes com até 13% de umidade (UM) já vão direto para o beneficiamento, porém sementes acima de 13% de UM vão para os secadores até atingir a umidade adequada para que durante o beneficiamento não fiquem mais propícia a danos mecânico; ainda é importante salientar, que sementes com umidade acima de 16% são descartadas para grãos.

A soja descartada para grãos é descarregada em moegas separadas das sementes e transportada através de elevadores e fitas transportadoras até o armazém de grãos onde serão comercializadas para empresas em questão.

Após feitas as avaliações preliminares e, quando a carga é aceita para sementes, esta é imediatamente passada para UBS.

Após aceita, a carga é descarregada nas moegas que acondicionam as sementes até serem transportadas para o interior da UBS, onde se inicia o beneficiamento propriamente dito. Cada moega tem capacidade para armazenar 2.000 sacas.

Dentro da UBS a soja é levada através de elevadores e fitas transportadoras que são reguladas em velocidades que não causem danos as sementes. Todo funcionamento da UBS é controlado por um sistema tecnificado e só um profissional treinado que pode operar, pois qualquer falha no sistema pode comprometer seriamente o processo bem como o funcionamento das máquinas.

(Figura 3A), as sementes primeiramente passam pela pré-limpeza onde são retiradas as impurezas mais grosseiras (cascas, torrões, partes da planta), passando por mesas que recebem jatos de ar e ao mesmo tempo vibram jogando as impurezas para um lado da mesa separando-as da semente. (Figura 3B). Em seguida, as sementes são transportadas pelo elevador até as mesas dessimétricas para realizar a pós-limpeza, onde são retirados os resquícios de

impurezas que não foram retirados na pré-limpeza. (Figura 3C). Após essa operação, as sementes são transportadas pelo elevador até as espirais que tem a função de selecionar por formato, passando apenas a sementes com formato redondo. (Figura 3D). Após esse processo as sementes ficam em silos de armazenagem onde a mesma vai para uma caixa de expedição para embegar as sementes de bag de 1.000 kg. Após esse processo pega – se uma amostra de semente de soja para fazer o teste de tetrazólio para verificar se teve algum dano pós colheita dentro da UBS (Unidade de Beneficiamento de Soja). (Figura 3E). Seguindo o processo de armazenagem das sementes de soja, e transportada para um ambiente a uma temperatura entre 12 a 13 °C para assim as sementes não sofrer com danos por temperaturas altas. (Figura 3F). Semente de soja em armazenagem para próxima safra em local altamente resfriado para evitar danos com aquecimento das sementes.

**Figura 3: Etapas no Processamento de Beneficiamento e Armazenagem de Semente de Soja na Fazenda Mirage II**



Essa etapa de armazenagem é muito importante no processo de semente de soja já que consiste nos resultados de lotes altamente viáveis para produção da próxima safra.

### 3.3 Laboratório

O laboratório de controle de qualidade da Fazenda Mirage é responsável pelo acompanhamento das culturas desde o plantio até seu beneficiamento. O mesmo conta com profissional capacitado que determina o destino da soja (Grão/Semente) através da realização de testes de “Tetrazólio e Canteiro” que demonstra a viabilidade da semente, garantido um

resultado com alta confiabilidade e se enquadrando dentro dos padrões exigidos para melhor produção.

### **3.4 Materiais e Equipamentos**

- Sal de tetrazolio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazolio);
- Água destilada; - placas de Petri, Becker ou copos plásticos descartáveis;
- Frasco de vidro escuro (âmbar);
- Bisturi, estilete e pinças; - papel toalha e papel filtro;
- Estufa ou germinador com controle de temperatura;
- Lupa e microscópio estereoscópio;
- Refrigerador

### **3.5 Preparo da solução**

Segundo Smith (1951) para a realização do teste o laboratório segue as regras preconizadas pela RAS (Regras de Análise de Sementes).

Como visto, por questões de otimização do tempo para realização do teste, é feita duas soluções do sal de Tetrazólio, denominadas de solução de estoque de trabalho. Para o preparo da solução de estoque a 1,0% é utilizado 10 gramas de sal de Tetrazólio em 1 litro de água destilada. Para conservação da solução, a mesma é armazenada em frasco de vidro de cor escura para evitar reação da solução à exposição à luz, e guardando na geladeira a temperatura de 4,5 a 5 °C.

Para evitar que toda vez que se necessite fazer o teste, precise preparar a solução, é feito a solução de trabalho em quantidade que permite o uso várias as vezes. A solução de trabalho é preparada na concentração de 0,075% da solução de estoque a 1,0% ou seja, são utilizados 75 ml de solução de estoque em 925 ml de água. Esta solução também é armazenada em frasco de vidro envolvido com papel alumínio, porém é armazenada na B.O.D (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 25°C, pois esta solução quando gelada, atrasa o processo de coloração das sementes.

### **3.6 Condução do teste de germinação**

#### **3.6.1 Pré-condicionamento e condicionamento para Solução Tetrazólio**

(Figura 4A). Antes de iniciar o teste, foi medida a umidade das amostras dos lotes de sementes no medidor de umidade no qual é importante para verificar se as sementes estão dentro do padrão de umidade para a realização do teste. Seja qual for o objetivo, grão ou semente, atende-se ao teor de umidade para armazenar este produto e a quais condições de temperatura e umidade relativa do ar que vai coloca-la. Assim para preservar a qualidade do grão adequada. Isso porque é muito comum que após a colheita da soja ocorra o processo de secagem. (Figura 4B). Depois de verificar as umidades das sementes pega-se os lotes de cada variedade e coloca em caixas de gerbox para condicionar as sementes na câmara de semente, segue abaixo a o modelo da caixa de gerbox. Geralmente os modelos de caixa de gerbox para condicionamento das sementes de soja para dar início ao Pré-condicionamento das sementes em “gerbox” contendo 40 ml de água, pelo período de 16 horas. (Figura 4C). Tabuleiro de contador de sementes é um equipamento que facilita a contagem de grãos ou sementes em laboratórios de análises. Fabricado em chapa de madeira de alta resistência, é ideal para o manuseio de sementes. Disponível com 50 ou 100 Orifícios. (Figura 4D). Em seguida foram separadas a semente em duas partes de 50 para melhor leitura dos lotes, e dessa forma, foram colocadas em papel de germinação umedecidos e mantidas nestas condições por um período de 16 horas, na temperatura de 25°C. Para evitar a perda de umidade. (Figura 4E). Após o Pré-condicionamento, as sementes são colocadas em frascos béquer ou copinhos de plásticos, sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio (0,075%). As Sementes devem permanecer assim a uma temperatura de 35°C a 40°C por aproximadamente 150 a 180 minutos. Esta temperatura pode ser obtida utilizando-se uma estufa ou um germinador. (Figura 4F). Após o período de 6 h, as amostras de sementes são retiradas da incubadora onde estarão prontas para a leituras das amostras.

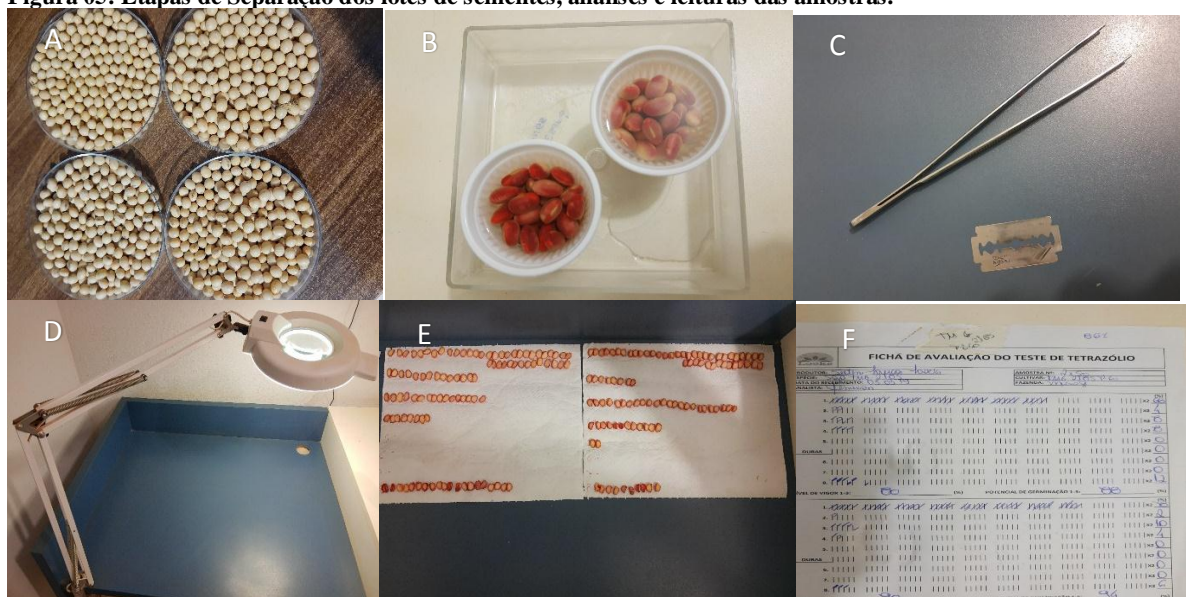
**Figura 4: Equipamentos e Materiais para realização do teste de tetrazólio de semente de soja na Fazenda Mirage II.**



Para que se faça um teste de semente em laboratório é importante obter esses materiais e equipamentos para manusear as amostras de sementes, então é necessário que se faça um investimento em laboratório para análise de semente de soja.

### 3.6.2 Obtenção das amostras analisadas

**Figura 05: Etapas de Separação dos lotes de sementes, análises e leituras das amostras.**



(Figura 5A). O teste foi conduzido com quatro sub-amostras de 100 sementes na primeira etapa utilizaram-se os lotes de semente a seguir: a) Desafio, coletada na peneira 65; b) TMG-2381, coletada na peneira 65; c) TMG-2385, coletada na peneira 65 e d) Maracaí, coletada na peneira 65, que foram pré-condicionadas em papel toalha umedecida, fornecendo por 16 horas no germinador de semente a uma temperatura de 25°C. Após esse período, (Figura 5B). As sementes foram imersas em solução 2:5:5 cloreto de trifênil tetrazólio e condicionadas em câmara incubadora a 25°C, por 3 horas. Para a subsequente avaliação. Quando o tetrazólio é reduzido, formando trifênilformazan, indica que há atividades

respiratórias nas mitocôndrias, significando que há viabilidade das células e, portanto, dos tecidos. Assim, a coloração resultante da reação é indicação da viabilidade pela detecção da respiração celular. Tecidos não viáveis não reagem e, conseqüentemente, não se colorem. (Figura 5C). Pinça e gilete para corte das sementes de soja, é importante destacar que muitos analistas utilizam não só gilete mais outros meios para cortes das sementes de soja. Dessa forma, a pinça é utilizada para pegar a semente e assim, realizar a separação de grão a grão, e depois é utilizado a lâmina cortante para fazer o corte da semente. (Figura 5D). Lupa aumentada 6x para analisar as sementes minuciosamente para verificar os danos nas sementes. A análise minuciosa das sementes previamente seccionadas longitudinalmente, através do centro do eixo embrionário é realizada com uma lupa de mesa com lâmpada fluorescente. Através da lupa é possível verificar os mínimos detalhe da semente, seus danos por umidade, percevejos e mecânicos, sendo assim é cortada semente a semente para fazer a leitura minuciosa para descobrir os principais danos que o lote teve. (Figura 5E). Sementes já analisada uma a uma, ou seja, cortadas para saber os danos causados. (Figura 5F). Ficha de análise para saber a classe da semente e vigor do grão. Para avaliação das sementes, uma a uma, elas foram seccionadas longitudinalmente, através do centro do eixo embrionário, com auxílio de um bisturi ou lâmina cortante. Para auxiliar a visualização de todos os detalhes das sementes.

Paralelamente a análise dos cotilédones de cada lote de semente analisado foi feito a leitura e lançada de dados em uma ficha para verificar o nível de germinação e vigor de cada lote.

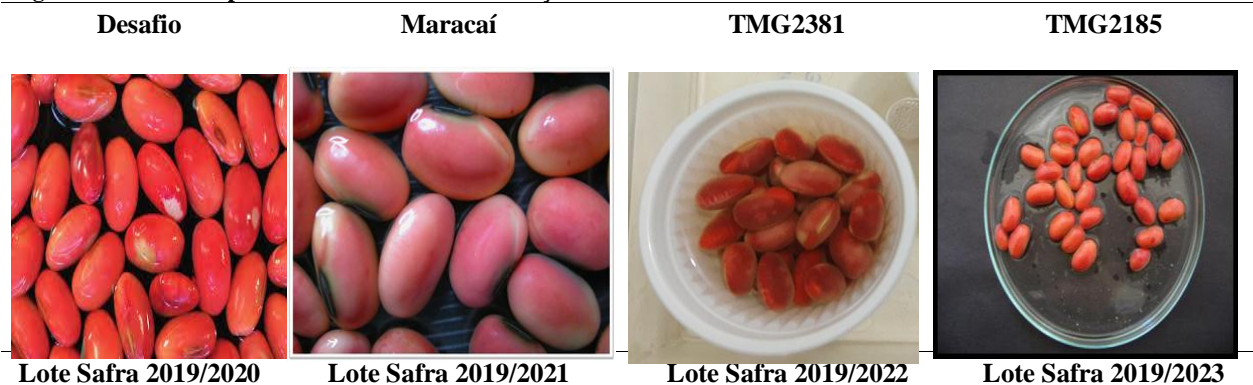
#### 4 RESULTADO E DISCUSSÕES

De acordo com Neto (1981) o teste de tetrazólio por se tratar de um teste rápido e confiável na análise de sementes, fornecendo informações mais rapidamente que o teste de germinação, sendo assim recomendado para avaliação de várias espécies.

Na Visão Campos (2003) a avaliação da qualidade fisiológica da semente de soja os estudos apontam que o teste de tetrazólio tem sido eficiente para proporcionar o exame detalhado das estruturas essenciais da semente, o que tem contribuído para identificar esses fatores, apontando o mais importante, responsável pela redução dessa qualidade.

As sementes de sojas avaliadas nesse estudo, após a imersão na solução pôde-se notar uma cor vermelha intensa (figura 18). A semente desenvolve essa coloração quando fica em contato com a solução utilizada no teste de tetrazólio para melhor realização dessa análise.

**Figura 06: Semente após desenvolvimento da coloração de tetrazólio**



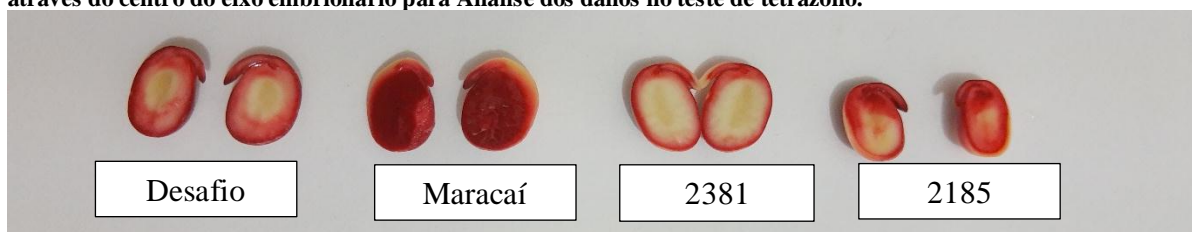


As condições empregadas para a avaliação da eficiência do teste de tetrazólio foram definidas levando em consideração à facilidade de exposição dos tecidos, à economicidade, à rapidez para obtenção dos resultados e à comparação como o teste de germinação.

As sementes de soja após serem previamente seccionadas longitudinalmente, através do centro do eixo embrionário para análise dos danos no teste de tetrazólio (Figura 15) apresentou os seguintes aspectos para cada lote analisado: a) As sementes Desafio apresentaram coloração mais intensa, não maior do que da ilustração, provavelmente devido à junção de pequenas estrias, formando uma faixa contínua. A parte interna dos cotilédones apresenta-se como se danos nos cotilédones que são geralmente simétricos. b) Já as sementes TMG-2381 apresentou coloração alta superfície externa dos cotilédones em 1<sup>a</sup>. A superfície interna dos cotilédones apresenta-se também com coloração uniforme devido à penetração da solução de tetrazólio através de um rompimento no tegumento. c) por outro lado as sementes TMG-2385 apresentou uma coloração vermelho intenso na superfície externa de ambos os cotilédones não maior do que a da ilustração e com profundidade máxima de 0,5 mm (danos mecânicos). Superfície interna como em 1<sup>a</sup>. d) as sementes Maracaí apresentaram coloração vermelho carmim forte no eixo embrionário, mas com as estruturas do cilindro central e do córtex ainda perfeitamente definidas.

Segundo MOORE (1985) deve-se enfatizar que após o seccionamento das sementes, as superfícies internas dos cotilédones<sup>3</sup> são normalmente descoloridas (brancas), devido à falta de difusão da solução de tetrazólio às suas camadas mais profundas, dessa forma se caracteriza os tecidos viáveis, que não coloriram, como normalmente túrgidos<sup>4</sup>, brilhantes, apresentando tonalidades branco-rosadas ou brancos-amareladas.

**Figura 07: Semente de Soja dos lotes a) Desafio, coletada na peneira 65; b) TMG-2381, coletada na peneira 65; c) TMG-2385, coletada na peneira 65 e d) Maracaí, coletada na peneira 65 previamente seccionadas longitudinalmente, através do centro do eixo embrionário para Análise dos danos no teste de tetrazólio.**



Podemos verificar a área de coloração de cada semente, nesse contexto determinamos os seguintes aspectos que cada semente: dessa forma a variedade desafio com aspecto de

<sup>3</sup> Cotilédones: são o primeiro par de folhas embrionárias que surgem dos embriões das espermatófitas, irrompendo durante a germinação das sementes.

<sup>4</sup> Túrgidos: é o plural de túrgido. O mesmo que: inchados, intumescidos, intumescidos, tumefactos, túmidos.

mosaico devido a um processo lento de embebição, os tecidos se apresentam firmes e na face interna dos cotilédones geralmente aparece uma cavidade central de coloração amarelada, indicando insuficientes absorção de água.

Na visão de Costa (2013) pode ocorrer em sementes semipermeáveis. Tais sintomas podem também estar relacionados a uma embebição inadequada durante o pré condicionamento, ou devido ao uso de sementes com grau de umidade muito baixa.

A Semente Macaraí teve o inverso em relação a semente desafio, ou seja, semente com ambos os cotilédones mostrando um aspecto de mosaico com áreas de um colorido vermelho carmim forte entremeadas de outras mais claras e mortas.

França (2000) nesse contexto os tecidos afetados atingem a metade (ou mais) da espessura dos cotilédones, bloqueando completamente a região vascular.

Entretanto a semente TMG 2381 obteve a coloração vermelho carmim forte em ambos os cotilédones, cobrindo menos do que a metade do mesmo.

Amaral (1999) define essa situação como a superfície interna da semente também apresenta área de coloração vermelho carmim forte essa região vascular, porém, não deve estar afetada.

E por último a Variedade TMG 2185 apresentou uma coloração mais intensa, não maiores que a mostrada na ilustração, provavelmente devido à junção de estrias formando uma faixa contínua.

França (2000) define essa superfície interna dos cotilédones pode apresentar, correspondentemente, uma faixa mais escura com espessura máxima de 0,5 mm.

**Tabela 2.** Porcentagens médias dos resultados obtidos no teste de tetrazólio para avaliação do vigor e do teste de germinação para análise do percentual de germinação de quatro lotes de sementes de soja (Safrá 2019/2020) na Fazenda Mirage

<b>Variedades Analisadas</b>	<b>Peneiras Separação de Sementes</b>	<b>Vigor %</b>	<b>Germinação %</b>
Desafio	65	87	95
Maracaí	65	94	100
TMG2381	65	98	98
TMG2185	65	86	91

O percentual de vigor das sementes com o teste de tetrazólio (Tabela 2) apresentaram níveis de viabilidade de 87% para o lote Desafio, de 94% para o lote Maracaí, de 98% para o lote TMG2381 e de 86% para o lote TMG2185.

Segundo Costa (2008) O nível de vigor pode ser interpretado através da seguinte classificação: Vigor muito alto: igual ou superior a 85%, vigor alto: entre 84% e 75%, vigor médio: entre 74% e 60%, vigor baixo: entre 59% e 50% e vigor muito baixo: igual ou inferior a 49%.

Os valores obtidos para viabilidade devem receber a mesma interpretação dos alcançados no teste.

A Tabela a seguir mostra as porcentagens dos danos nas sementes de soja, onde foram analisados os percentuais de cada semente através da leitura, dessa forma é importante destacar que para que seja feita as análises das sementes o analista tem que ter curso preparatório para identificar esses danos nas sementes.

Na Tabela 3 podemos verificar que cada variedade teve diferentes resultados pois podemos perceber que tais variedade teve algum percentual maior ou menor de danos:

Ao analisar os lotes podemos ver que a variedade Maracaí na amostragem de 1 a 8 nos resultados o dano mecânico e o dano por percevejos foram com resultados maiores, nesse contexto destacamos é importante destacar que o analista tem que observar que tais danos pode prejudicar o lote inteiro de semente já que geralmente os produtores fazem a semente de uma safra para outra com isso as sementes fica armazenadas com intervalo de 8 meses entre uma safra e outra, por isso é importante sempre fazer o teste de tetrazólio para verificar a qualidade da semente.

**Tabela 3: Resultados dos danos nas sementes de soja feita através do teste de tetrazólio onde identificou os danos por umidade, percevejos e mecânicos.**

<b>TABELA DE RESULTADO DOS DANOS NAS SEMENTES FEITA ATRAVÉS DO TESTE DE TETRAZÓLIO</b>						
<b>REPETIÇÕES</b>	<b><u>Variedade: Maracaí</u></b>					
	<b>Danos Mecânicos</b>		<b>Danos Umidade</b>		<b>Danos Percevejos</b>	
	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2
<b>Amostra I</b>	2	0	4	4	8	2
<b>Amostra II</b>	14	2	2	0	10	2
<b>Médias</b>	8	0	3	0	9	2
<b><u>Variedade: Desafio</u></b>						
	<b>Danos Mecânicos</b>		<b>Danos Umidade</b>		<b>Danos Percevejos</b>	
	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2
<b>Amostra I</b>	20	4	4	0	14	6
<b>Amostra II</b>	30	0	8	0	14	4
<b>Médias</b>	25	0	6	0	14	5
<b><u>Variedade: TMG-2381</u></b>						
	<b>Danos Mecânicos</b>		<b>Danos Umidade</b>		<b>Danos Percevejos</b>	
	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2
<b>Amostra I</b>	48	26	20	6	0	0
<b>Amostra II</b>	62	26	16	8	4	2
<b>Médias</b>	55	26	18	7	0	0
<b><u>Variedade: TMG-2185</u></b>						
	<b>Danos Mecânicos</b>		<b>Danos Umidade</b>		<b>Danos Percevejos</b>	
	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2	(1-8) x 2	(6-8) x 2

<b>Amostra I</b>	22	8	8	4	0	0
<b>Amostra II</b>	22	12	16	6	0	0
<b>Médias</b>	22	10	12	5	0	0

Pode-se constatar que o teste de tetrazólio é uma importante ferramenta de trabalho pois pode dar a oportunidade ao produtor na tomada de decisões quanto uso de sementes de qualidade no cultivo da soja.

É importante destacar que o controle de qualidade da semente abrange todas as fases de produção: campo, colheita, secagem, beneficiamento, armazenamento e comercialização. Dentro desse contexto, a análise previa das sementes por meio do teste de tetrazólio confere ao produtor de sementes, a oportunidade de detectar e adotar medidas para corrigir o problema da qualidade da semente.

Dentro desse fator da produção de semente de soja está relacionado a alta qualidade de semente que são fator de extrema importância para o sucesso de uma colheita. Dentre os diversos métodos de controle de qualidade adotados pela indústria de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio tem se destacado, principalmente para a soja, devido sua rapidez, precisão e também pelo grande número de informações fornecidas pelo mesmo.

Teste além de avaliar a viabilidade e vigor dos lotes de sementes, fornece diagnósticos das possíveis causas responsáveis pela produção de qualidade: danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejos, que são os problemas que mais comumente afetam a qualidade fisiológicas da semente de soja.

De acordo com Delouche (1976) dados obtidos a partir do uso do teste do tetrazólio podem estabelecer bases para comercialização, determinação do ponto de colheita e controle de qualidade durante o processamento e armazenamento das sementes.

Esse teste fornece uma estimativa rápida da viabilidade das sementes em geral e, em particular, naquelas que demonstram dormência. Seu uso permite estimar a viabilidade das sementes em apenas 24 horas, de acordo com a alteração da coloração dos tecidos vivos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste de tetrazólio pode ser utilizado de forma satisfatória para determinação da viabilidade das sementes.

Dessa forma ficou comprovado que é de suma importância esse método de avaliação das sementes, que de uma forma pode dar ao produtor o resultado da sua semente que ali está armazenada.

Dentre os diversos métodos de controle de qualidade adotados pela indústria de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio tem se destacado, principalmente para a soja, devido sua rapidez, precisão e também pelo grande número de informações fornecidas pelo mesmo.

A utilização do teste de tetrazólio em nosso país repercute não apenas com a relação aos aspectos quantitativo, mas, principalmente, quanto aos qualitativos, pois quando realizados em conjunto com outros testes, tem propiciado a comercialização dos lotes que efetivamente apresentam bons padrões de qualidade.

Isto tem resultado num sistema de controle de qualidade de alta confiabilidade, assegurando maiores lucros aos produtores de sementes, através da produção de sementes de alta qualidade a menor custo.

Segundo Krzyzanowski (2000) a qualidade de semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura.

Segundo Guimarães (1999) o teste de germinação das sementes é influenciado por fatores ambientais como temperatura e substrato, os quais podem ser manipulados a fim de otimizar a porcentagem, velocidade uniformidades de germinação, resultando na obtenção de plântulas mais vigorosas e na redução de gastos de produção.

A realização do estudo foi importante para o conhecimento acadêmico porque através desse, foi possível perceber a importância da participação e da presença de um Engenheiro Agrônomo durante o ciclo produtivo de uma cultura, de forma particular, a soja para produção de sementes, sobretudo no planejamento, manejo de pragas e manejo de colheita.

Foi possível, ainda, observar de forma clara que, para se produzir uma semente de soja de alta qualidade, são imprescindíveis conhecimento e investimento em tecnologias de produção e de gestão da informação. Além disso, um sistema de controle de qualidade ágil, dinâmico e eficaz deve estar intimamente associado a todas as etapas do sistema de produção, visando assegurar que a semente comercializada tenha efetivamente elevada qualidade, conforme demanda o setor produtivo de milho.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(EMBRAPA-CNPSO. Série Documentos, 32).

\_\_\_\_\_. NBR 10520: informação e documentação – citações em documentos – apresentação Rio de Janeiro, 2002. 7 p.

\_\_\_\_\_. NBR 6027: informação e documentação – sumário – apresentação. Rio de Janeiro, 1989. 2 p.

\_\_\_\_\_. NBR 6028: informação e documentação – resumo – apresentação. Rio de Janeiro 1990. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002: 24 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Tolerâncias. In: **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. cap.12, p.229-254.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 45**. Brasília: MAPA, 2013. 39p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-40632014000300011&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632014000300011&lang=pt)>. Acesso em: 24 Set.. 2019.

COSTA, N.P. et al. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.1, p.128-132, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-31222003000100020&lng=en&n](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222003000100020&lng=en&n)

rm=iso>. Acesso em: 24 Set. 2019.

DELOUCHE, J. C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade da semente. Brasília, AGIPLAN, 1976. 103 p.

DIAS, M. C. L. L. & BARROS, A. S. R. Avaliação da qualidade de sementes de milho. Londrina, IAPAR, 1995. 43 p. (IAPAR. Circular, 88). FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA.

DIAS, M. C. L. L. & BARROS, A. S. R. Avaliação de testes para determinação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L). Informativo ABRATES, 3(3): 155, 1993.

DIAS, M. C. L. L. & SILVA, W. R. da. Determinação da viabilidade de sementes de café através do teste de tetrazólio. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 21(11): 1139-1145, 1986.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2003**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2007**. Londrina:

Embrapa Soja, 225p. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, n.11). 2006. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/469686/1/tpssoja2007.pdf>>. Acesso em 29 Set. 2019. FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/index.htm>. Acesso em: 26 Set. 2019.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A.A. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. Londrina: **EMBRAPA – CNPSO**, 1984. 39p. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Produção de sementes de soja: fatores de campo. **Seed News**, Pelotas, n. 4, p. 20-23, 2000.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010. Disponível: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1983-40632014000300011&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632014000300011&lang=pt)>. Acesso em: 15 out. 2016.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

GRABE, D. F. Manual do teste de tetrazólio em sementes. Brasília, AGIPLAN, 1976. 85 p  
L. A. G.; COSTA, N. P. da; KRZYZANOWSKI, F. C; HENNING, A. A. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1988. 60 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n.1, p. 36-41, 2008.

GAZZONI, D. L. Efeito de populações de percevejos na produtividade, qualidade da semente e características agrônômicas da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 33, n. 8, p. 1229-1237, 1998.



GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B.; CORSO, I. C.; FERREIRA, B. S. C.; VILLAS BOAS, G. L.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R. **Manejo de pragas da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1981. 44p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 5).

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; OLIVEIRA, L. J.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. **Circular Técnica EMBRAPA - CNPSO**, n.30, p.1-70, 2000.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Cap. 1, p. 1-21.1999.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p.421-426, 2001.

SANTOS, C. H. **Suscetibilidade da soja, Glycine max (L.) Merr. aos danos causados por Nezara viridula (L.), Euschistus heros (Fabr.) e Piezodorus guildinii (West.) (Heteroptera: Pentatomidae) e Neomegalotomus parvus West. (Heteroptera: Alydidae)**. 2003. 91f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VIEIRA, R. D. Teste de Condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.103-134.1994.

VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Seed vigour - an **important component of seed quality in Brazil**. ISTA - Seed Testing International, n. 126, p. 21-22, 2003.

VILLAS BÔAS, G. L.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, M. C. N.; COSTA, N. P.; ROESSING, A. C.; HENNING, A. A. **Efeito de diferentes populações de percevejos sobre o rendimento e seus componentes, características agronômicas e qualidade de semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1990. 43p. (EMBRAPA-CNPSO. Boletim de Pesquisa, 1).

MATTEUCCI, M. B. A.; GUIMARÃES, N. N. R.; TIVERON FILHO, D. Utilização do teste de tetrazólio na verificação da viabilidade de germinação de três espécies do cerrado: peroba-de-domo (*Aspidosperma subincanum* Mart.), guatambu-vermelho (*Aspidosperma discolor* A. DC.) e ipê-amarelo (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandw.), armazenadas em câmara fria por 3, 4 e 5 anos. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 186, 1999.

MENDONÇA, E. A. F.; COELHO, M. F. B.; LUCHESE, M. Teste de tetrazólio em sementes de mangaba-brava (*Lafoensia pacari* St.-Hil. – Lythraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 33 - 38, 2006.

MORENO, E. M. **Análises físico y biológico de semillas agrícolas**. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1984. 383 p.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, N. M. Determinação da viabilidade de sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) através do teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 470 - 474, 1998.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert Leguminosae Caesalpinioideae. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 159 - 166, 2005.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; SANTOS, N. R. F. Teste de tetrazólio. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. p. 91 - 100.

RAMOS, K. M. O.; BUENO, P. C.; SALOMÃO, A. N. Determinação da temperatura de germinação e do comportamento para fins de conservação de sementes de *Tapirira guianensis* Aubl. – Anacardiaceae. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 73, 1999.

ZUCARELLI, C.; MALAVASI, M. M.; FOGAÇA, C. A.; MALAVASI, U. C. Preparo e coloração de sementes de farinha-seca (*Albizia hasslerii* (Chodat) Bur.) para o teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 186 - 191, 2001.



